

**САРБАЕВА Н.М., МЕЛИБАЕВ С.Ж., ИМИНОВ Б.**

<sup>1</sup>КГУСТА им. Н. Исанова, Кыргызская Республика

<sup>2</sup>МУИТ, Кыргызская Республика

**SARBAEVA N.M., MELIBAEV S.ZH., IMINOV B.**

<sup>1</sup>KGUSTA them. N. Isanova, Kyrgyz Republic

<sup>2</sup>Melibaev S.Zh, MUIT, Kyrgyz Republic

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТРЕХСЛОЙНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ С ГИБКИМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ СВЯЗЯМИ СЛОЕВ**

### **EXPERIMENTAL STUDY OF ENERGY EFFICIENT THREE-LAYER REINFORCED CONCRETE WALL PANELS WITH FLEXIBLE LAYER CONNECTIONS**

*Үч катмарлуу темир-бетон сырткы дубал панелинин ортосундагы байланыштар имараттын эксплуатациялык сапатын аныктоочу эң маанилүү структуралык элементтер болуп саналат. Макалада үч катмарлуу пенополистирол менен жылууланган темир-бетон сырткы дубал панелдеринин ийкемдүү металл байланыштарынын бекемдигин статикалык ыкма менен сынап көрүүнүн натыйжалары көрсөтүлгөн. Көзөмөлдүк маанилерге ылайык бетон катмарларын сыноодо панелдин тышкы катмарынын ички катмарга карата өз ара жылышына изилдөөлөр жүргүзүлдү.*

*Эксперименттик изилдөөлөрдүн натыйжалары, үч катмарлуу дубал панелдеринин сырткы жана ички катмарларын обочолоочу катмар менен туташтыруу үчүн колдонулган ийкемдүү металл байланыштары статикалык басымдын астында конструкциялардын бекемдигин жана ишенимдүүлүгүн камсыз кылаарын көрсөттү. 105-сериядагы ири курама панелдүү турак жайларды курууга арналган, сыноодон өткөн үч катмарлуу темир-бетон сырткы дубал панелдери эксплуатациялоо учурунда коопсуздук талаптарына толук жооп берет.*

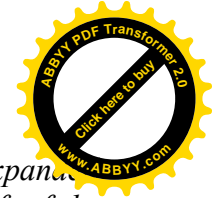
**Озөк сөздөр:** *үч катмарлуу дубал панели, сыноолор, статикалык басым, ийкемдүү металл байланыштары.*

*Связи между слоями железобетонных трехслойных наружных стеновых панелей являются наиболее ответственными элементами конструкции, определяющими эксплуатационные качества здания. В статье освещены результаты испытаний прочности гибких металлических связей трехслойных железобетонных наружных стеновых панелей с утеплителем из пенополистирола статическим методом. Исследования проводилась на взаимный сдвиг наружного слоя панели по отношению к внутреннему при испытании бетонных слоев в соответствии контрольными значениями.*

*Результаты проведенных экспериментальных исследований показали, что применение металлических гибких связей для соединения наружного и внутреннего слоев трехслойных стеновых панелей с утеплителем обеспечивает прочность и надежность конструкций при статических нагрузках. Испытанные трехслойные железобетонные наружные стеновые панели, предназначенные для крупнопанельного домостроения серии 105, полностью соответствует требованиям безопасности при эксплуатации.*

**Ключевые слова:** *трехслойная стеновая панель; испытания, статические нагрузки, гибкие металлические связи, прочность*

*The connections between the panels are the most critical structural elements that determine the performance of the building. The article highlights the results of testing the*



*strength of flexible ties of three-layer reinforced concrete exterior wall panels with expanded polystyrene insulation by the static method. Studies were carried out on the mutual shift of the outer layer of the panel in relation to the inner one when testing concrete layers in accordance with the control values.*

*The results of the experimental studies have shown that the use of metal flexible connections to connect the outer and inner layers of three-layer wall panels with insulation provides strength and reliability of structures under static loads. The tested three-layer reinforced concrete exterior wall panels, designed for large-panel housing construction of the 105 series, fully comply with safety requirements during operation.*

**Key words:** *three-layer wall panel; tests, static loads, flexible connections, strength.*

**Актуальность.** В Кыргызстане на предприятии ОсОО «Шерой» в настоящее время выпускают и применяют трехслойные наружные стеновые панели с гибкими металлическими связями для сборного домостроения. Наружные ограждающие и внутренние несущие бетонные слои выполняются из тяжелого бетона, что очень важно при отсутствии легкого заполнителя, а между ними укладывается утеплитель из пенополистирола, толщиной 100 мм (согласно расчетной температуры района).

Гибкие металлические связи соединяют бетонные скорлупы, выполняя главную роль по обеспечению надежности конструкций, с точки зрения ее долговечности и безотказности.

При этом важным вопросом в разработке и совершенствовании железобетонных трехслойных панелей с гибкими связями и эффективным утеплителем является выбор методики их расчета с учетом специфики железобетона. В принятых подходах к расчету и конструированию панелей имеется еще широкий круг невыясненных вопросов, в том числе и вопрос о совместной работе слоев за счет гибких связей и утеплителя при эксплуатационных нагрузках и при разрушении. Поэтому расчет и конструирование их разными организациями ведется при разных допущениях. Отсутствуют и подробные экспериментальные данные о работе таких конструкций [1,3]. Поэтому определяется необходимость проведения направленных исследований по оценке прочности гибких связей трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем.

**Целью работы** является определение экспериментальным путем совместную работу наружных железобетонных слоев трехслойных панелей за счет гибких связей и утеплителя с учетом геометрии и армирования элементов.

**Экспериментальные исследования** по оценке прочности гибких связей трехслойных железобетонных наружных стеновых панелей с эффективным утеплителем проводилась на территории склада готовой продукции ОсОО «Шерой».

Наружные стеновые панели серии 105 изготавливались по рабочим чертежам серии 105, раздел 8.1-10п (корректурa) "Трехслойные наружные стеновые панели" согласно с требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 31310-2015 "Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем». Общие технические условия.

Для испытания представлена трехслойная наружная стеновая панель марки НП 2-68 с утеплителем из пенополистирола, изготовленная на производственном цехе ОсОО "Шерой" в присутствии эксперта РЦ "Стройсертификация" Государственного агентства архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при кабинете министров Кыргызско Республики.

Фактические отклонения геометрических размеров изделий от проектных не превышают предельных значений. Категория лицевых поверхностей панелей соответствует требуемой, усадочные и другие поверхностные технологические трещины не превышают допустимых значений.

На рисунке 1 показана схема расположения гибкой металлической связи трехслойной железобетонной наружной стеновой панели.

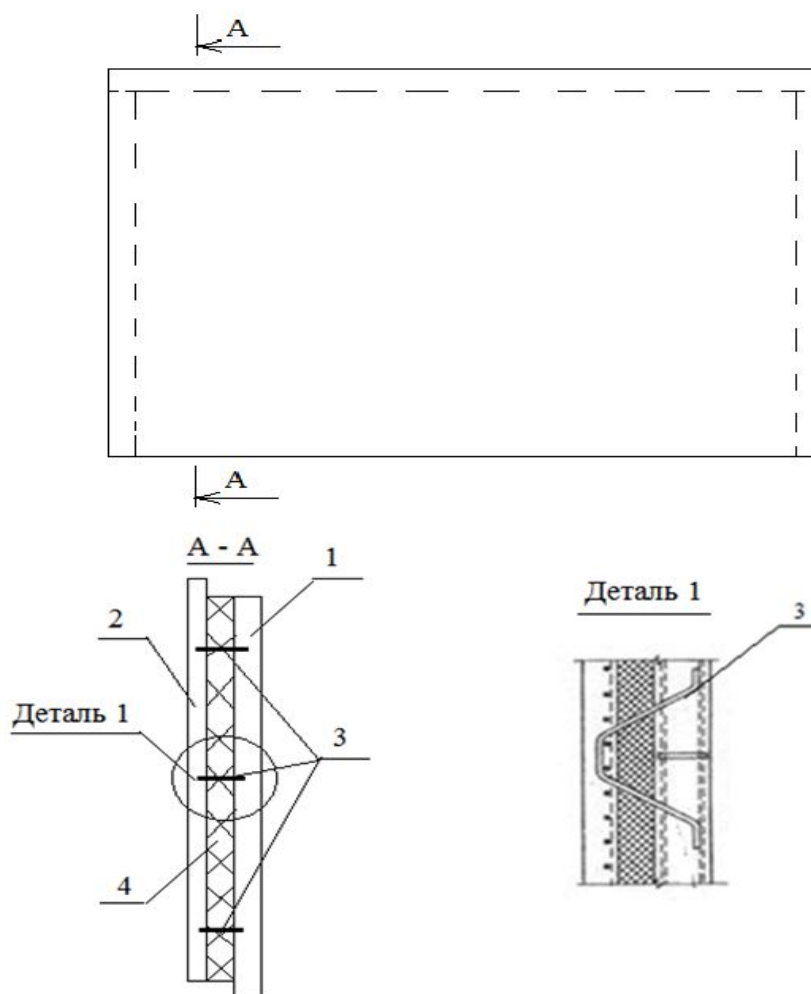


Рис.1. Схема расположение гибкой металлической связи между слоями панели:  
1 - наружный слой панели; 2 - внутренний слой панели; 3 - гибкий металлический связь между слоями; 4 - слой утеплителя (пенополистирольная плита)

Проектный класс бетона по прочности панелей - В15. Фактическая средняя прочность бетона стеновой панели на день испытания определилась неразрушающим методом в соответствии с ГОСТ 22690-2015 (эталонным молотком Кашкарова), что в результате составило 214-220 кгс/см<sup>2</sup>, то есть соответствуют 109,2-112,4 % проектной прочности изделий.

При проведении испытаний применены средства испытаний и приборы поверенные Центром стандартизации и метрологии КР: прогибомеры типа ПМ; микроскоп отчетный МПБ-2; рулетка измерительная, тип РЗ-5; штангенциркуль, тип ШЦ-1; линейка измерительная металлическая, с ценой деления 1,0 мм; лупа с 10-ти кратным увеличением.

Оценка прочности соединительных связей между наружным и внутренним бетонными слоями панели проведена по результатам испытаний на основании составления фактических значений контрольных нагрузок, и величины смещения наружного слоя панели с соответствующими контрольными значениями.

По требованию, при увеличении нагрузки соответствующего веса до пятикратного значения максимальное смещение наружного железобетонного слоя панели относительно внутреннему железобетонному слою не должно превышать 2 мм.

Схема испытания (рисунок 2), величины контрольных нагрузок на прочность соединительных связей стеновых панелей приняты в соответствии с серией 105, раздел 8.1-10п (корректурa) приведена в таблице 1.



При этом нагрузки на связи определяется по формуле:

$$S = 5Q \quad (1)$$

Таблица 1 - Величина контрольной нагрузки по определению прочности гибких металлических связей в зависимости от объема изделий

| № п/п | Марка панели | Объем изделия, м <sup>3</sup> | Объем наружного слоя, м <sup>3</sup> | Вес наружного слоя, Q, т | 5 Q, т |
|-------|--------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------|
| 1     | НП 2-68      | 1,3                           | 0,49                                 | 1,230                    | 6,150  |

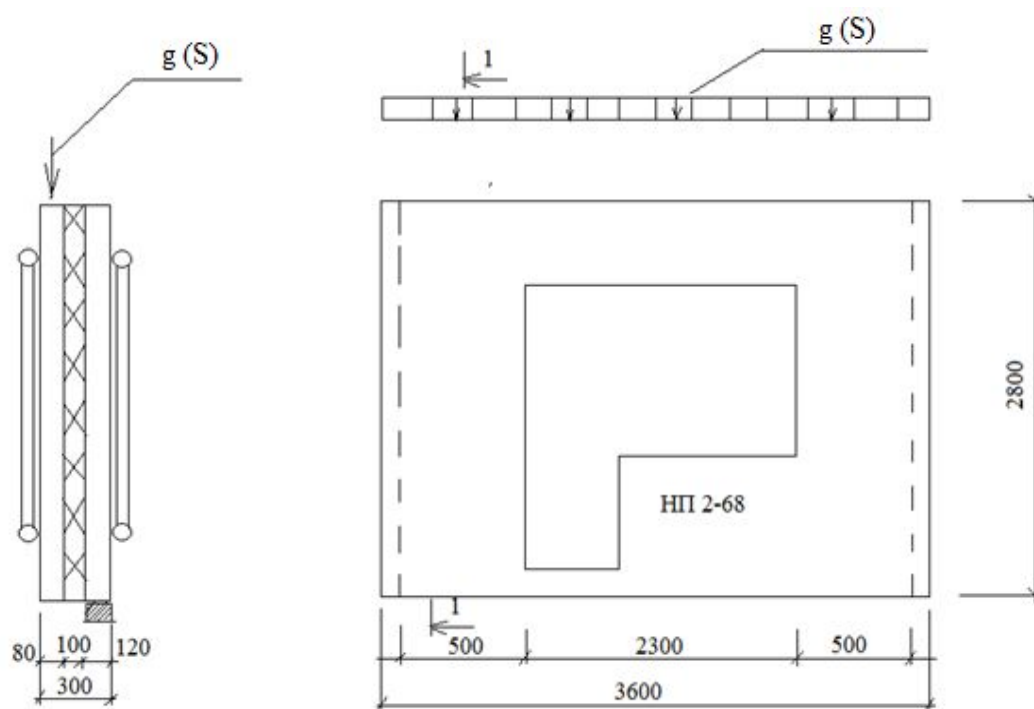


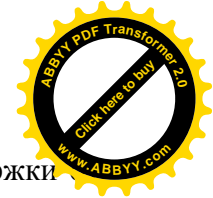
Рис. 2. Схема испытания стеновой панели НП 2-68 на прочность соединительных связей

Таким образом, испытания проводились на смещение наружного слоя панели по отношению к внутреннему при испытании бетонных слоев, то есть на взаимный сдвиг. Нагружение стеновых панелей осуществлялось в соответствии ГОСТ 8829-2018 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления». Методы испытаний нагружением. «Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости [4].

При этом испытываемая панель устанавливалась внутренним несущим железобетонным слоем на металлическое твердое основание по всей плоскости и фиксировалась в строго вертикальном положении, во избежание горизонтальных смещений испытываемой панели.

Нагрузка прикладывалась к верхней грани не несущего железобетонного слоя по всей поверхности через металлическую траверсу тремя гидравлическими домкратами, фиксировалась величина нагрузки. Вес загрузочных устройств составил 870 кг.

В соответствии с ГОСТ 8829-2018 нагрузка проводилась ступенями поэтапно и не должна превышать 10 % контрольной нагрузки по прочности.



Выдержка между этапами нагружения составляла 10 мин. Во время выдержки нагрузки производился тщательный осмотр поверхности изделий на возможность появления трещин. Возможное смещение наружного слоя панели контролировалось двумя прогибомерами.

**Результаты испытаний** приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты испытания стеновой панели марки НП 2-68

| № №<br>этапов<br>нагружения | Фактическая<br>нагрузка q,<br>кгс | Смещение наружного слоя<br>панели, см |      | Наблюдения  |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------|---|
|                             |                                   | П1                                    | П2   |   |
| 0                           | 870                               | 3,82                                  | 5,55 | Расслоение бетона изделия,<br>трещин не обнаружено.<br><br>Смещение наружного<br>бетонного слоя панели<br>составило 0,9 мм. |
| 1                           | 2360                              | 3,83                                  | 5,55 |   |
| 2                           | 3850                              | 3,86                                  | 5,58 |   |
| 3                           | 5340                              | 3,98                                  | 5,61 |   |
| 4                           | 6830                              | 3,91                                  | 5,63 |   |

Примечание: П1 и П2 - показание прогибомеров ПМ №1 и ПМ №2.

Контрольная нагрузка на наружный слой стеновой панели марки НП 2-68 составляет 6150 кгс, фактическая нагрузка при испытаниях составила 6830 кгс, что превышает контрольную нагрузку на 680 кгс.

При визуальном осмотре расслоение бетона изделия, трещин не обнаружено. По показаниям прогибомеров смещение внешнего слоя составило 0,9 мм, что не превышает контрольное значение 2 мм.

**Выводы:** Испытанные железобетонные трехслойные наружные стеновые панели серии 105 марки НП 2-68 с утеплителем из пенополистирола по прочности соединительных связей между наружным и внутренним бетонными слоями панелей соответствуют требованиям Межгосударственного стандарта ГОСТ 31310-2015 "Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем». Общие технические условия» [2]. То есть, применение металлических гибких связей для соединения наружного и внутреннего слоев трехслойных стеновых панелей обеспечивает надежность эксплуатации при статических нагрузках и воздействиях.

### Список литературы

1. Ярмаковский В.Н. К совершенствованию конструктивно-технологических решений трехслойных наружных стеновых панелей крупнопанельных зданий в направлении повышения их теплозащитной функции и надежности в эксплуатации [Текст] /В.Н. Ярмаковский, П.Н. Семенюк, В.В.Родевич, А.В. Луговой //Актуальные вопросы строительной физики – энергосбережение, надежность, экологическая безопасность: Материалы IV Академических чтений РААСН. 3-5 июля 2012. – С. 47-64.
2. ГОСТ 31310-2015. Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия. М., Стандартинформ, 2016. – 24 с.
3. Испытания сборных железобетонных конструкций [Текст]: учебное пособие для студентов ВУЗов / А.Г.Комар, Е.Н. Дубровин, Б.С.Кержнеренко, В.С. Заленский. - М.: Стандартинформ, 2016.



3. Король Е.А. К вопросу об учете условий работы полистиролбетона в среднем слое трехслойных конструкций [Текст] / Е.А.Король // Бетон и железобетон. - 2000. - №2.- С. 5-7.

4. ГОСТ 8829-2018 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления». Методы испытаний нагружением. «Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости. М.: 2018 – 27 с.